



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

- (21) Aktenzeichen: P 35 26 756.9  
 (22) Anmeldetag: 26. 7. 85  
 (43) Offenlegungstag: 29. 1. 87

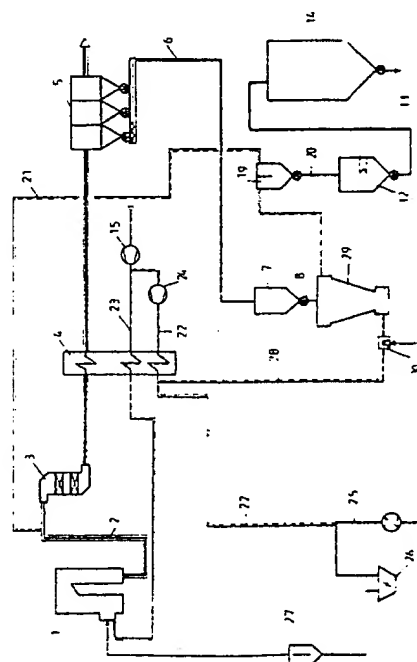
Behördenzentrum

**DE 3526756 A1**

- |   |  |
|---|--|
| <p>⑦1 Anmelder:<br/>Deutsche Babcock Anlagen AG, 4200 Oberhausen,<br/>DE</p> <p>⑦4 Vertreter:<br/>Planker, K., Dipl.-Phys., Pat.-Ass., 4150 Krefeld</p> | <p>⑦2 Erfinder:<br/>Rütten, Jürgen, Dr., 4152 Kempen, DE; Klein,<br/>Manfred, 4200 Oberhausen, DE; Mittelbach,<br/>Günther, Dr., 5810 Witten, DE</p> <p>⑤6 Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:<br/>DE-OS 34 10 895</p> |
|---|--|

- (54) Verfahren zum Abtrennen von Ammoniak-Resten aus Flugasche und Dampferzeugungsanlage mit Behandlungsgefäß zur Durchführung des Verfahrens**

Gemäß der Erfindung wird die Flugasche eines Rauchgases, das zwecks selektiver Reduktion seines Stickoxidgehaltes mit Ammoniak behandelt worden ist, mit erhitzter Luft nachbehandelt. Dadurch werden Ammoniak-Reste aus der Flugasche ausgetrieben. Im Gegensatz zum Stand der Technik, bei dem die Behandlung der Flugasche mit flugaschehaltigem heißem Rauchgas erfolgte, werden Schäden durch die abrasive Wirkung mitgeführter Flugasche, vor allem an Gebläsen, vermieden. Es wird eine Dampferzeugungsanlage beschrieben, bei der die erhitzte Luft für die Nachbehandlung der Flugasche einfach aus der Primärluft abgezweigt wird. Die Nachbehandlung der Flugasche erfolgt entweder im Wirbelbett oder in einem Drallströmungsreaktor (Figur 2).



1. Verfahren zum Abtrennen von Ammoniak-Resten aus der Flugasche eines Rauchgases, dem zum Zweck der selektiven Reduktion seines Stickoxid-gehaltes Ammoniak beigemischt worden ist, wobei die aus dem Rauchgas abgetrennte Flugasche mit heißem Behandlungsgas auf erhöhte Temperatur gebracht und anschließend von dem Behandlungsgas abgeschieden wird; **dadurch gekennzeichnet**, daß Frischluft durch indirekte Erwärmung und/oder durch Zusatz von Verbrennungsgas erhitzt und als Behandlungsgas verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlung in der Wirbelschicht erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlung in einer turbulenten Drallströmung erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Behandlungsgas auf eine Temperatur von 700 bis 800°C gebracht wird.
5. Dampferzeugungsanlage mit einem Reaktor für die Verminderung des Stickoxid-Gehaltes der Rauchgase, mit einem Luftvorwärmer, mit einem Staubabscheider und mit einem Behandlungsgefäß zum Abtrennen von Ammoniak-Resten aus der Flugasche nach dem Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in das Behandlungsgefäß (9, 29) eine Frischluftleitung (16, 28) einmündet, die über den Luftvorwärmer (4) geführt ist.
6. Dampferzeugungsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Frischluftleitung (28) von der Primärluftleitung (22) der Feuerung des Dampferzeugers (1) abzweigt ist.
7. Dampferzeugungsanlage nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Behandlungsgefäß ein Hochtemperatur-Wirbelbett (9) ist.
8. Dampferzeugungsanlage nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Behandlungsgefäß ein Drallströmungsreaktor (29) ist.
9. Dampferzeugungsanlage nach einem der Ansprüche 5 bis 8, gekennzeichnet durch Zusatzbrenner (17, 30) zur direkten Erwärmung des Behandlungsgases.
10. Dampferzeugungsanlage nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch ein Hochtemperatur-Wirbelbett mit interner Verbrennung.

#### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abtrennen von Ammoniak-Resten aus der Flugasche eines Rauchgases gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Außerdem betrifft die Erfindung eine Dampferzeugungsanlage gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 5 mit einem Behandlungsgefäß zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Zur Verringerung des Stickoxid-Gehaltes der Rauchgase von Kraftwerksfeuerungen steht zur Zeit das Verfahren der selektiven katalytischen Reduktion im Mittelpunkt des Interesses. Bei diesem Verfahren wird das Rauchgas unter Zusatz von Ammoniak in einem Reaktor (nachfolgend DENOX-Reaktor) bei erhöhter Temperatur (etwa 280 bis 450°C) über einen Katalysator

geleitet. Das Ammoniak reagiert dabei selektiv mit dem Stickoxid. Dabei ist ein — wenn auch geringer — Ammoniak-Schlupf nicht zu vermeiden. Diese geringe Ammoniak-Menge reagiert mit im Rauchgas vorhandenem Wasserdampf und Schwefeltrioxid zu Ammoniumhydrogensulfat ( $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  auch "Ammoniumbisulfat" genannt) oder Ammoniumsulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ). Die Sulfate sind flüssig bzw. fest und werden mit der Flugasche im Entstauber aus dem Rauchgas abgeschieden. Ammoniak kann sich auch adsorptiv direkt an die Flugaschepartikel anlagern. Der Gehalt an derartigen Ammoniak-Resten kann so hoch sein, daß die Flugasche weder weiterverwendet (z. B. als Zuschlag für den Straßenbau) noch deponiert werden darf.

Durch einen Vortrag von Makoto Yanai, gehalten auf dem  $\text{NO}_x$ -Symposium Karlsruhe 1985, 21. bis 22. Februar 1985, ist ein Verfahren der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung sowie eine Dampferzeugungsanlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 5 bekannt geworden. Dabei wird die in einem Elektroentstauber abgeschiedene Flugasche in einem Stromrohr mit heißem Rauchgas behandelt. Das Rauchgas wird zwischen Kessel und DENOX-Reaktor aus dem Hauptrauchgasstrom abzweigt und mit einem Gebläse dem Stromrohr zugeführt. Zur Temperaturerhöhung des abzweigten Rauchgases ist ein zusätzlicher Brenner vorgesehen. Hinter dem Stromrohr wird die Flugasche, deren Ammoniak-Gehalt um mehr als 90% verringert ist, mit einem Zyklon abgeschieden und gelangt nach Abkühlung in einen Flugaschebunker. Das von der Flugasche befreite Gas wird über ein weiteres Gebläse vor dem DENOX-Reaktor wieder in den Hauptrauchgasstrom zurückgeführt.

Eine Schwachstelle der bekannten Anlage ist das Gebläse, welches das Behandlungsgas dem Stromrohr zuführt. Das Gas hat eine Temperatur von rund 400°C und einen Flugaschegehalt von schätzungsweise 10 bis 20 g pro  $\text{Nm}^3$ . Die Flugasche kann sehr abrasiv sein. Geeignete Gebläse sind zwar erhältlich, erreichen aber unter derartigen Betriebsbedingungen nur eine Standzeit von schätzungsweise höchstens 3000 Stunden. Da derartige Anlagen aber durchweg mindestens 7500 Stunden im Jahr verfügbar sein müssen, ist eine Erneuerung des Gebläses in kurzen Abständen unumgänglich.

Ähnlichen Belastungen, sowohl hinsichtlich des Staubgehaltes als auch hinsichtlich der Temperatur, ist das dem Zyklon nachgeschaltete Gebläse ausgesetzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebene Verfahren so zu verbessern, daß Schäden durch die abrasive Wirkung der Flugasche vermindert werden und daß insbesondere die Notwendigkeit entfällt, einen mit Flugasche beladenen Gasstrom durch ein Gebläse zu fördern. Darüber hinaus haben sich die Erfinder die Aufgabe gestellt, eine Dampferzeugungsanlage zu schaffen, bei der die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einfacher Weise ermöglicht wird.

Die erstgenannte Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das kennzeichnende Merkmal des Anspruchs 1 gelöst.

Bei relativ grobkörniger Flugasche mit nicht allzu breitem Kornspektrum erfolgt die Behandlung vorzugsweise in der Wirbelschicht. Durch die gut steuerbare Verweilzeit ist eine praktisch vollständige Ammoniak-Austreibung gewährleistet. In der Wirbelschicht ist die Geschwindigkeit des Behandlungsgases — im Vergleich zum Stromrohr — relativ niedrig, so daß der Abrieb an den Wandungen ohne Bedeutung ist.

Bei sehr feinkörnigen Flugaschen sowie bei Flugaschen, die ein sehr breites Kornspektrum haben, wird die Behandlung gemäß der Erfindung zweckmäßig in einer turbulenten Drallströmung durchgeführt. Unter einer "turbulenten Drallströmung" wird hier eine spezielle Strömungsform verstanden, die z. B. in der US-PS 29 35 840 und in der US-PS 40 98 871 beschrieben ist. Sie ist im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, daß in einer rotationssymmetrischen Kammer ein Gasstrom schraubenlinienförmig entlang der Kammerwandung strömt und daß ein Teilstrom in der Umgebung der Kammerachse zurückströmt. Dabei bildet sich zwischen dem schraubenlinienförmigen Hauptstrom und dem Rückstrom eine Zone hoher Turbulenz, die einen hervorragenden Wärmeübergang zwischen dem Gas und einem in die Kammer eingebrachten feinkörnigen Gut gewährleistet.

Der charakteristische Strömungsverlauf bewirkt, daß die Turbulenzzone nicht mit den Wänden in Berührung kommt. Daher sind die Wandungen auch hierbei trotz hoher Teilchenbelastung keinem übermäßigen Verschleiß ausgesetzt. Wegen des guten Teillastverhaltens derartiger Drallströmungsreaktoren wird diese Verfahrensvariante allgemein für Dampferzeugungsanlagen empfohlen, die mit ausgeprägter Wechsellast fahren.

Eine Temperaturerhöhung des Behandlungsgases gemäß Anspruch 4 ermöglicht bei verkleinertem Massenstrom des Behandlungsgases eine verkürzte Behandlungszeit und damit eine kleine Dimensionierung des Behandlungsgefäßes.

Die an zweiter Stelle genannte Aufgabe wird durch das kennzeichnende Merkmal des Anspruchs 5 gelöst.

Bei der in Anspruch 6 angegebenen, bevorzugten Problemlösung erübrigt sich ein zusätzliches Gebläse für die Zuführung des Behandlungsgases. Der Druck der Primärluft hinter dem Luftvorwärmer ist durchweg mehr als ausreichend, um die Druckverluste in dem Behandlungsgefäß und den zugehörigen Leitungen zu kompensieren. Die abzuzweigende Primärluftmenge ist dabei so gering, daß sie von dem ohnehin vorhandenen Primärluftgebläse zusätzlich geliefert werden kann.

Die Ansprüche 7 und 8 betreffen bevorzugte Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Dampferzeugungsanlage zur Durchführung der Verfahrensvarianten gemäß den Ansprüchen 2 bzw. 3. Ein für die Anlage gemäß Anspruch 8 geeigneter Drallströmungsreaktor ist ebenfalls in den genannten US-PS beschrieben.

Eine zusätzliche Temperaturerhöhung des Behandlungsgases erfolgt zweckmäßig mit einem Zusatzbrenner gemäß Anspruch 9 oder durch Einsatz einer Wirbelschicht mit interner Verbrennung gemäß Anspruch 10.

Die Zeichnung dient zur Erläuterung der Erfindung anhand von schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen.

Die Fig. 1 und 2 zeigen je eine Dampferzeugungsanlage jeweils mit den für die Durchführung der Erfindung wesentlichen Komponenten.

In Fig. 1 bezeichnet das Bezugszeichen 1 einen Dampferzeuger mit Kohlenstaubfeuerung und trockenem Ascheabzug. Das aus dem Rauchgaszug austretende Rauchgas gelangt über eine Leitung 2 mit einer Temperatur zwischen etwa 280 und 450°C in einen mit Katalysatoren bestückten DENOX-Reaktor 3. Dort werden die mitgeführten Stickoxide unter Zusatz von Ammoniak reduziert. Das von den Stickoxiden befreite Rauchgas gelangt über einen Luftvorwärmer 4 zu einem elektrostatischen Staubabscheider 5 und von dort weiter zu einer nicht zur Erfindung gehörenden und daher in

Fig. 1 nicht dargestellten Entschwefelungsanlage und schließlich über einen Schornstein ins Freie. Die im Staubabscheider 5 anfallende ammoniakhaltige Flugasche wird über eine Leitung 6 pneumatisch zu einem Puffersilo 7 gefördert. Das Puffersilo 7 ist durch eine pneumatische Förderleitung 8 mit einem Hochtemperatur-Wirbelbett 9 verbunden. Von dem Wirbelbett 9 gelangt das behandelte Grobgut mit einer Temperatur von rund 400°C über eine Austragsschleuse 10 und eine Förderleitung 11 zu einem Aschekühler 12 und von dort über eine Förderstrecke 13 zu dem Bunker 14.

Mit einem Frischlüfter 15 angesaugte Umgebungsluft wird in dem Luftvorwärmer 4 auf 250 bis 400°C vorgewärmt und durch die Rohrleitung 16 der Windkammer des Wirbelbetts 9 zugeleitet. Dort wird sie durch Beimischung der Verbrennungsgase der mit Gas oder Öl befeuerten Brenner 17 direkt auf 700 bis 800°C aufgeheizt. Die aufgeheizte Luft durchströmt in üblicher Weise den mit Löchern, Düsen oder dergleichen versehenen Boden des Wirbelbetts.

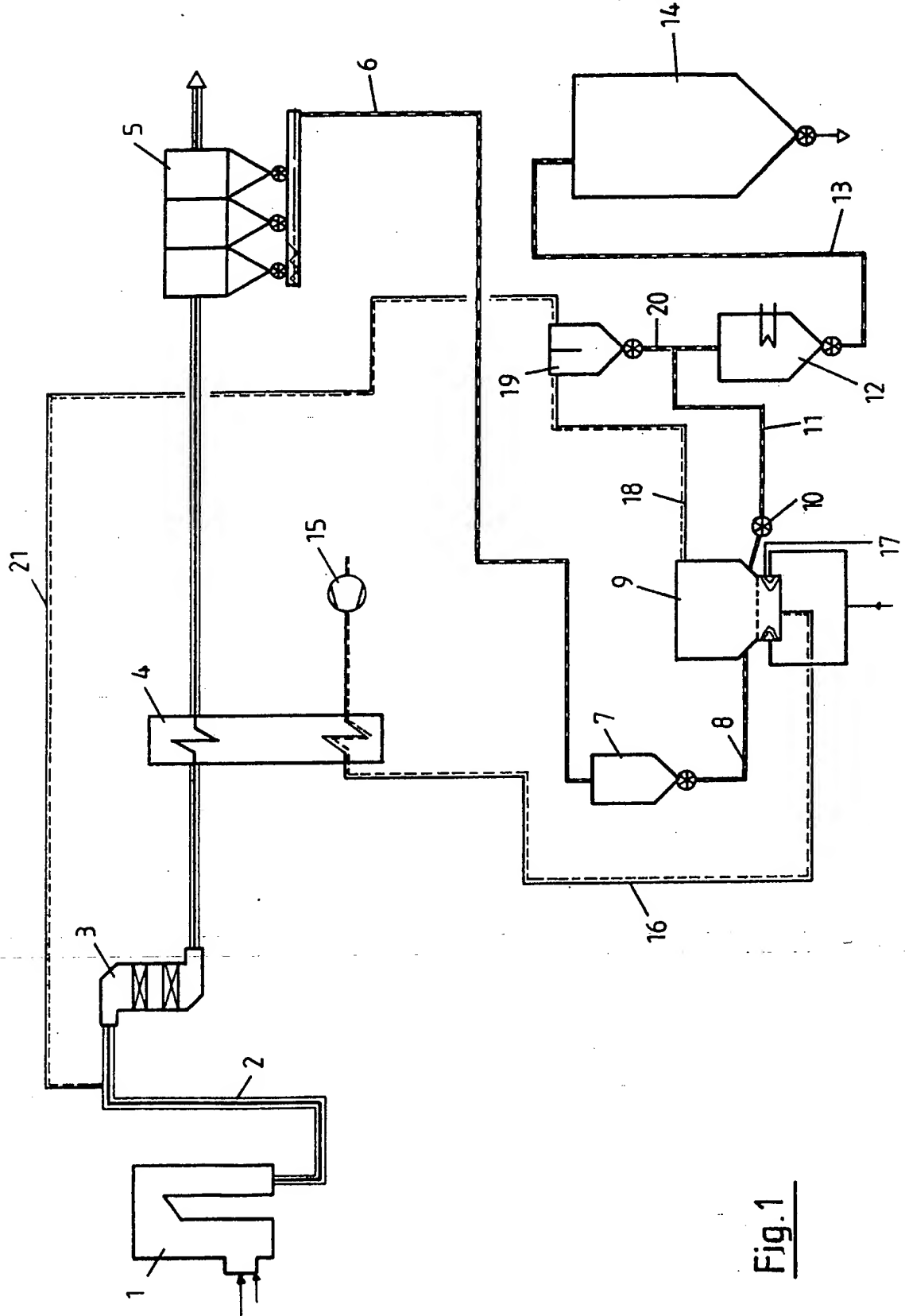
Das mit Feingut beladene Abgas des Wirbelbetts 9 gelangt über eine Leitung 18 zu einem Zyklonabscheider 19. Das abgeschiedene Feingut fällt über die Verbindung 20 ebenfalls in den Aschekühler 12. Das von Staub befreite, mit Ammoniak angereicherte Gas wird über die Leitung 21 in die Rauchgasleitung 2 zurückgeführt.

Anstelle des in Fig. 1 dargestellten Wirbelbetts 9, bei dem die heißen Verbrennungsgase in der Windkammer unter dem Wirbelbettboden beigemischt werden, kann auch ein Wirbelbett mit interner Verbrennung eingesetzt werden. Dabei werden Luft und Brennstoff durch getrennte Düsen direkt in die Wirbelschicht eingeblasen, so daß die Verbrennung und die Endaufheizung erst in der Wirbelschicht erfolgt.

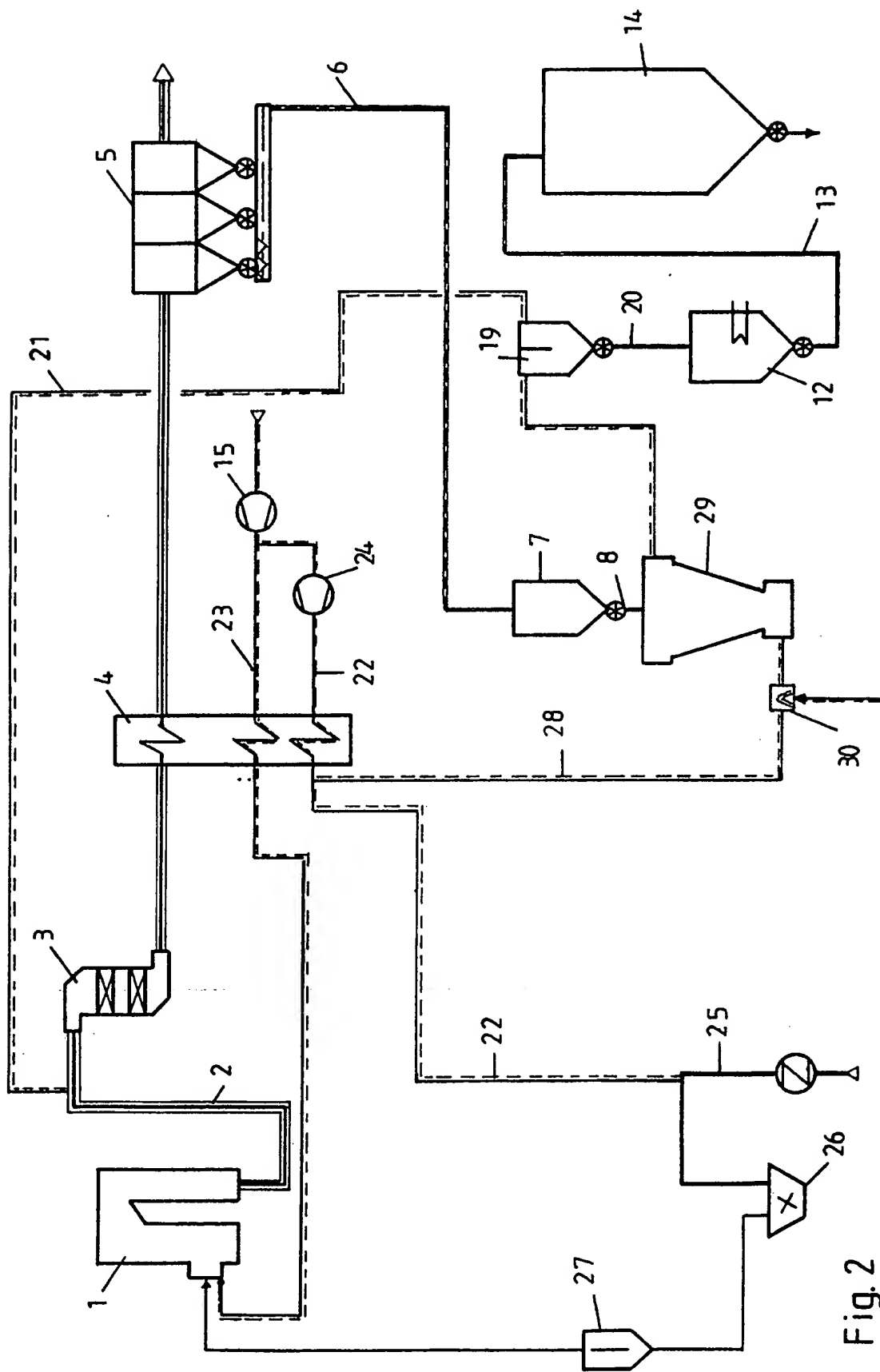
Die in Fig. 2 dargestellte Dampferzeugungsanlage stimmt hinsichtlich der Komponenten, die die bereits in Fig. 1 verwendeten Bezugszeichen haben, mit der Anlage gemäß Fig. 1 überein. Bei der Anlage gemäß Fig. 2 verzweigt sich die Frischluftleitung hinter dem Frischlüfter 15 in eine Primärluftleitung 22 und eine Sekundärluftleitung 23. Die Primärluftleitung 22 ist vor dem Luftvorwärmer 4 mit einem zusätzlichen Primärluftgebläse 24 ausgestattet. Die Sekundärluftleitung 23 ist über den Luftvorwärmer 4 direkt zur Feuerung des Dampferzeugers 1 geführt. Die Primärluft strömt über die Leitung 22 über den Luftvorwärmer 4, die Kohlenaufgabe 25, die Mühle 26 und den Siebtrichter 27 zur Feuerung. Hinter dem Luftvorwärmer 4 ist von der Leitung 22 eine Leitung 28 abzweigend, die zu einem Drallströmungsreaktor 29 geführt ist. Vor dem Eintritt in den Drallströmungsreaktor 29 wird die Luft durch Beimischen der Verbrennungsgase eines Brenners 30 direkt auf 700 bis 800°C erhitzt. In dem Drallströmungsreaktor 29 wird die aus dem Puffersilo 7 einfallende Flugasche zwecks Austreibung der Ammoniak-Reste auf über 400°C erhitzt. Die gesamte Flugasche gelangt mit dem Gas zu dem Zyklonabscheider 19 und von dort zu dem Aschekühler 12 und schließlich zu dem Bunker 14.

- Leerseite -

Nummer:	35 26 756
Int. Cl.4:	B 01 D 53/34
Anmeldetag:	26. Juli 1985
Offenlegungstag:	29. Januar 1987



**Fig. 1**



**Fig. 2**